

Docket No. 209211US2

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Yukihiro SHIRAKAWA

SERIAL NO. NEW APPLICATION

FILING DATE: HEREWITH

FOR: THIN FILM EL DEVICE AND PREPARATION METHOD



STATEMENT RE FILING IN FOREIGN LANGUAGE

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

It is hereby stated that the subject application is being filed in a foreign language, in accordance with the provisions of 37 CFR 1.52(d).

An accurate English translation, and a suitable amendment placing the application and claims thereof into proper U.S. format if needed, will be filed in due course.

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Norman F. Oblon

Registration No. 24,618

C. Irvin McClelland

Registration Number 21,124



22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 10/98)

明細書

発明の名称

薄膜EL素子及びその製造方法

5

発明の背景

技術分野

この発明は、電気絶縁性を有する基板と前記基板上にパターンを有する電極層と前記電極層上に誘電体層と発光層及び透明電極層が積層された構造を少なくとも
10 も有する薄膜EL素子に関する。

背景技術

EL素子は液晶ディスプレイ（LCD）や時計のバックライトとして実用化されている。EL素子とは電界の印加によって物質が発光する現象、すなわち、エ
15 レクトロルミネセンス（EL）現象を用いた素子である。EL素子には、粉末発
光体を有機物やホウロウに分散させ、上下に電極層を設けた構造を持つ分散型EL
素子と、電気絶縁性の基板上に2つの電極層と2つの薄膜絶縁体の間に挟む形
で形成した薄膜発光体を用いた薄膜EL素子がある。また、それぞれについて、
駆動方式により直流電圧駆動型、交流電圧駆動型がある。分散型EL素子は古く
20 から知られており、製造が容易であるという利点があるが、輝度が低く寿命も短
いのでその利用は限られていた。一方、薄膜EL素子は、高輝度、超寿命という
特性を持つことから近年広く利用されている。

図2に従来の薄膜EL素子として代表的な2重絶縁型薄膜EL素子の構造を示
す。この薄膜EL素子は、液晶ディスプレイやPDP等に用いられている青板ガ
25 ラスなどの透明基板（21）上に膜厚 $0.2\mu\text{m}\sim 1\mu\text{m}$ 程度のITOなどから

- なり所定のストライプ状のパターンを有する透明電極層 (22)、薄膜透明第1絶縁体層 (23)、 $0.2\mu\text{m}\sim 1\mu\text{m}$ 程度の膜厚の発光層 (24)、薄膜透明第2絶縁体層 (25)とが積層され、さらに透明電極層 (22)と直交するようにストライプ状にパターニングされたAl薄膜等の電極層 (26)が形成され、
- 5 透明電極層 (22)と電極層 (26)で構成されるマトリックスで選択された特定の発光体に電圧を選択的に印加することにより特定画素の発光体を発光させ、その発光を基板側から取り出す。このような薄膜絶縁体層は発光層内を流れる電流を制限する機能を有し薄膜EL素子の絶縁破壊を抑えることが可能であり安定な発光特性が得られることに寄与し、この構造の薄膜EL素子は商業的にも広く
- 10 実用化されている。

上記の薄膜透明絶縁体層 (23)、(25)は Y_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Al_3N_4 、 BaTiO_3 等の透明誘電体薄膜がスパッタリングや蒸着等により約 $0.1\sim 1\mu\text{m}$ 程度の膜厚でそれぞれ形成されている。

- 発光体材料としては黄橙色発光を示すMnを添加したZnSが、成膜のしやす
- 15 さ、発光特性の観点から主に用いられてきた。カラーディスプレイを作製するには、赤色、緑色、青色の3原色に発光する発光体材料の採用が不可欠である。これらの材料としては青色発光のCeを添加したSrSやTmを添加したZnS、赤色発光のSmを添加したZnSやEuを添加したCaS、緑色発光のTbを添加したZnSやCeを添加したCaSなどが知られている。

- 20 また、月刊ディスプレイ'98 4月号「最近のディスプレイの技術動向」田中省作p1~10には、赤色発光を得る材料として、ZnS、Mn/CdSSe等、緑色発光を得る材料として、ZnS:TbOF、ZnS:Tb等、青色発光を得るための材料として、SrS:Cr、(SrS:Ce/ZnS)_n、 $\text{Ca}_2\text{Ga}_2\text{S}_4:\text{Ce}$ 、 $\text{Sr}_2\text{Ga}_2\text{S}_4:\text{Ce}$ 等をの発光材料が開示されている。また、
- 25 白色発光を得るものとして、SrS:Ce/ZnS:Mn等の発光材料が開示さ

れている。

さらに、上記材料の内、 $\text{SrS}:\text{Ce}$ を青色発光層を有する薄膜EL素子に用いることがIDW (International Display Workshop) '97 X.Wu "Multicolor Thin-Film Ceramic Hybrid EL Displays" p593 to 596に開示されている。さらに、この文献には $\text{SrS}:\text{Ce}$ の発光層を形成する場合には、 H_2S 雰囲気下、エレクトロンビーム蒸着法により形成すると、高純度の発光層を得ることが可能であることが開示されている。

しかしながらこのような薄膜EL素子には、未だ構造上の問題が残っている。すなわち、絶縁体層が薄膜で形成されているため、大面積のディスプレイとしたとき、透明電極のパターンエッジの段差部や、製造工程で発生するゴミ等による薄膜絶縁体の欠陥を皆無にすることが難しく、局所的な絶縁耐圧の低下により発光層の破壊が生じることである。このような欠陥は、ディスプレイデバイスとして致命的な問題となるため、薄膜EL素子は、液晶ディスプレイやプラズマディスプレイと比較して、大面積のディスプレイとして広く実用化するためには大きな問題となっていた。

このような薄膜絶縁体の欠陥が生じるという問題を解決するため、特開平7-50197公報や特公平7-44072公報に基板として電気絶縁性のセラミック基板を用い、発光体下部の薄膜絶縁体のかわりに厚膜誘電体を用いた薄膜EL素子が開示されている。図3に示すようにこの薄膜EL素子は、セラミックなどの基板(31)上に、下部厚膜電極層(32)、厚膜誘電体層(33)、発光層(34)、薄膜絶縁体層(35)、上部透明電極層(36)が積層された構造になっている。このように、図2に示した薄膜EL素子の構造とは異なり、発光体の発光を基板とは反対の上部側から取り出すため、透明電極層は上部に構成されている。

この薄膜EL素子では厚膜誘電体層は数 $10\mu\text{m}$ ～数 $100\mu\text{m}$ と薄膜絶縁体

層の数100～数1000倍の厚さに形成される。そのため、電極の段差や製造工程のゴミ等によって形成されるピンホールに起因する絶縁破壊が非常に少なく、高い信頼性と製造時の高い歩留まりを得ることができるという利点を有している。また、この厚膜誘電体層を用いることによって発光層に印加される実効電圧が降
5 下する問題を生じるが、誘電体層に高誘電率材料を用いることによりこの問題を改善している。

しかしながら、厚膜誘電体層上に形成される発光層は数100nmと厚膜誘電体層の1/100程度の厚さしか有していない。このため、厚膜誘電体層は発光層の厚み以下のレベルでその表面が平滑でなければくてもならないが、通常の厚膜
10 工程で作製された誘電体表面を十分平滑にすることは困難であった。

すなわち、厚膜誘電体層は本質的に粉体原料を用いたセラミックスで構成されるため、緻密に焼結させるためには通常30～40%程度の体積収縮を生じる。しかし、通常のセラミックスが焼結時に3次元的に体積収縮して緻密化するの
15 に対し、基板上に形成された厚膜セラミックスの場合、厚膜は基板に拘束されてて
いるため、基板の面内方向には収縮できず、厚さ方向に1次元的にしか体積収縮
出来ない。このため厚膜誘電体層の焼結は不十分なまま本質的に多孔質体となっ
てしまう。

また、緻密化の過程が、一定の粒度分布を持った粉体のセラミック固相反応の
ため、異常結晶成長や巨大空孔の形成などの焼結異常点が形成されやすい。さら
20 に厚膜の表面粗さは、多結晶焼結体の結晶粒サイズ以下にはならないため、上記
のような欠陥が無くともその表面はサブ μm サイズ以上の凹凸形状になる。

このように誘電体層の表面の欠陥、あるいは膜質が多孔質であることや凹凸形
状であると、その上に蒸着法やスパッタリング法で形成される発光層が表面形状
に追随して均一に形成する事が出来ない。このため、このような基板の非平坦部
25 に形成された発光層部には効果的に電界を印加できないために、有効発光面積が